

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Gheorghiu, Dumitru; Pommerening, Dieter

Baugrubenkonzeption für die Fischwechsellanlage Lehmen (Mosel)

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102259>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Gheorghiu, Dumitru; Pommerening, Dieter (2015): Baugrubenkonzeption für die Fischwechsellanlage Lehmen (Mosel). In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Projekte der Geotechnik an Bundeswasserstraßen. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 97-110.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Baugrubenkonzeption für die Fischwechsellanlage Lehmen (Mosel)

Dumitru Gheorghiu, Schömig-Plan Ingenieurgesellschaft, Kleinostheim
Dieter Pommerening, König und Heunisch Planungsgesellschaft, Frankfurt

1 Einführung

Mit der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) haben sich alle Mitgliedsstaaten der Europäischen Union verpflichtet, unter anderem dem natürlichen Zustand hinsichtlich des ökologischen Zustands der Oberflächengewässer möglichst nahe zu kommen. Dies umfasst auch die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an Querbauwerken.

Bereits im Jahr 2009 wurde eine Vereinbarung zwischen dem Land Rheinland-Pfalz und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes geschlossen, um die Durchgängigkeit an der Mosel von Koblenz bis Trier umzusetzen. Die erste Maßnahme war die Errichtung einer Fischwechsellanlage an der Staustufe Koblenz, die das erste Wanderhindernis oberhalb der Mündung in den Rhein darstellte. Diese Fischwechsellanlage wurde zusammen mit der Erlebniswelt „Mosellum“ im Herbst 2011 in Betrieb genommen.



Bild 1: FWA Koblenz mit Mosellum

Um die ökologische Durchgängigkeit der Mosel weiter voranzubringen, soll nun das nächste Wanderhindernis – die Staustufe Lehmen – mit einer neuen Fischwechsellanlage ausgestattet werden. Als Träger des Vorhabens hat die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord (SGD Nord), Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz Koblenz der Ingenieurgemeinschaft (InGe) bestehend aus den Ingenieurbüros König und Heunisch, Schömig-Plan und Kraus den Auftrag für die Tragwerksplanung der Baugrube und der Fischwechsellanlage erteilt. Die Objektplanung liegt bei dem Ingenieurbüro Dr.-Ing. Gebler.

1.1 Allgemeines zu bautechnischen Kennzeichen von Fischwechsellanlagen

Fischwechsellanlagen charakterisieren sich bautechnisch im Wesentlichen durch folgende Punkte:

- Der Fischkanal ist in der Regel ein sehr langes Bauwerk mit vorgegebenem Höhenverlauf (bedingt durch seine Funktion, Passierbarkeit).
- Die Lockströmung für die Fische und Kleinlebewesen erfolgt über einen getrennten Kanal (Dotierwasserkanal) der möglichst wenig Wasser führen soll (Wasserverlust für Kraftwerk möglichst minimal), aber eine ausreichende Wassermenge zur Auffindbarkeit (wirkungsvolle Anlockung der Fische) erfordert.
- Aus wirtschaftlichen Gründen wird der Dotierwasserkanal möglichst kurz ausgeführt. Um die Ertragsminderung des benachbarten Kraftwerks zum Teil ausgleichen zu können, wird im Dotierwasserkanal in der Regel eine Turbine zur Stromerzeugung vorgesehen.
- Der Einstieg in die Fischwechsellanlage und damit die Turbine müssen nah am vorhandenen Kraftwerk angeordnet werden (lokale Auffindbarkeit). Daher sind tiefe Baugruben unter dem Wasserspiegel (sowohl unterhalb des Fluss-, als auch unterhalb des Grundwasserspiegels) unterwasserseitig unumgänglich.

Zudem sollte die neue Fischwechsellanlage direkt neben dem vorhandenen Kraftwerk angeordnet werden, um die durch das Kraftwerk erzeugte Strömung als Lockströmung zu nutzen. Dies führt zu weiteren Randbedingungen, die bei der Planung zu berücksichtigen sind:

- Die örtlichen Gegebenheiten führen in aller Regel zu sehr beengten Raumverhältnissen.
- Die bestehenden Bauwerke (Kraftwerk, Uferwände, Saugschlauch mit tiefliegender Sohle, Dammlinien, Drainagen, Leitungen, Wegebeziehungen, etc.) müssen berücksichtigt werden. Gegebenenfalls kann es zu Kollisionen mit der Fischwechsellanlage kommen, die zusätzliche Maßnahmen wie Abfangungen, teilweisen Abbruch und Neubau oder Ähnliches erforderlich machen.
- Meistens liegen ungünstige Baugrundverhältnisse vor, da das neue Bauwerk im Bereich der ehemaligen Baugrube des Kraftwerks bzw. der Staustufe gegründet werden muss.

- Die tiefen Baugruben bis unter den Grundwasserspiegel in unmittelbarer Nähe des Flusses sind in der Regel hochwassergefährdet.
- Der Kraftwerksbetrieb soll durch die Baumaßnahmen möglichst wenig beeinträchtigt werden.

Die zu errichtenden Bauwerke sollen neben der eigentlichen Zweckbestimmung – die Schaffung der ökologischen Durchlässigkeit (Auffindbarkeit und Passierbarkeit, vornehmlich für die Aufstiegsthematik, für den Abstieg gibt es noch keine hinreichend abgesicherten, praxistauglichen Lösungen) – folgenden Anforderungen genügen:

- Flexible Bauwerke zur Nutzung bei schwankendem Wasserangebot.
- Wartungsarme/-freundliche Konstruktionen (geringe Sedimentablagerungen in der Anlage, bzw. einfache Räumungsmöglichkeit/Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten).
- Geringe Auswirkungen auf die Stromerzeugung (Wasserverluste, Veränderung der Strömungsverhältnisse im Zu- und Ablauf der Kraftwerke).
- Vermeidung von negativen Auswirkungen auf die Schifffahrt durch veränderte Strömungsverhältnisse.
- Vermeidung von Verbauungen für spätere Installation von Fischabstiegseinrichtungen.
- Nachweis der Funktionalität der Anlagen über ein Monitoringsystem.
- Wirtschaftliche Bauweise (Herstellung und Betrieb).
- Keine oder möglichst geringe Eingriffe in Grundstücke, Anlagen und Rechte Dritter.

Diese Randbedingungen erfordern teilweise erhebliche Kompromisse, da nicht alle „Wünsche“ gleichzeitig erfüllt werden können. Ein großes Problem stellt dabei die noch nicht gelöste Frage der Abstiege in Verbindung mit der sicher gegebenen Wechselwirkung mit den Aufstiegsanlagen dar.

Im Fokus des vorliegenden Beitrags steht aber die Forderung einer wirtschaftlichen Herstellung der Anlagen bei komplexen Randbedingungen für die Baugruben. Dazu wird anhand des Beispiels Fischwechselanlage Lehen ein Baugrubenkonzept mit gestaffeltem Schutzziel für verschiedene Bauabschnitte vorgestellt, das zur Reduzierung der Verbaukosten entwickelt wurde.

1.2 Bauwerksbeschreibung

Die Fischwechselanlage Lehen wird am rechten Moselufer in Höhe der Staustufe Lehen errichtet. Sie erstreckt sich über eine Gesamtlänge von ca. 240 m (Mo-km 20,60 bis 20,84).

Der eigentliche Fischpass ist im Bereich der unterwasserseitigen Uferböschung angeordnet und erstreckt sich über eine Länge von ca. 145 m. Er wird als Schlitzpass ausgebildet und überwunden in diesem Abschnitt nahezu die gesamte Fallhöhe der Staustufe von 7,5 m. Es werden insgesamt 3 Fischeinstiege vorgesehen. Die Hauptmündungen (Mündungen 1 und 2) sind unmit-

telbar unterhalb des Kraftwerksauslaufes angeordnet, um den Fischen, die der Kraftwerksströmung folgen, eine Aufstiegsmöglichkeit zu bieten. Zusätzlich wird unterhalb der bestehenden Uferwand ein Sohlanschluss (Mündung 3) für Fische und Kleinlebewesen vorgesehen, die sich in Ufer- bzw. Sohlfläche fortbewegen. Die Verbindung zum Oberwasser muss seitlich am Kraftwerk vorbei unter dem vorhandenen Radweg als unterirdischer Kanal erfolgen, da sonst die Kraftwerkszufahrt nicht sichergestellt werden kann. Der Fischpasszulauf liegt ca. 70 m oberhalb der Kraftwerksachse (Turbinenachse). Zur Erzeugung einer ausreichenden Leitströmung an den einzelnen Fischpassmündungen wird eine zusätzliche Dotierwassermenge ($Q_{\text{Dotier}} = 4 \text{ m}^3/\text{s}$) über einen separaten Dotierwasserkanal in das Mündungsbecken geführt. Zur Energiegewinnung wird mit dem Dotierwasser voraussichtlich eine Kaplanturbine angetrieben.

Die Fischwechsellanlage unterteilt sich in folgende Abschnitte:

- Einlaufbauwerk und Bereich Oberwasser
- Unterirdischer Kanal Bereich Radweg
- Schlitzpass im Bereich Unterwasser
- Mündungsbauwerk (Mündungen 1 und 2)
- Sohlanschluss (Mündung 3)
- Dotierwasserzugabe
- Vorrichtungen für Funktionskontrollen

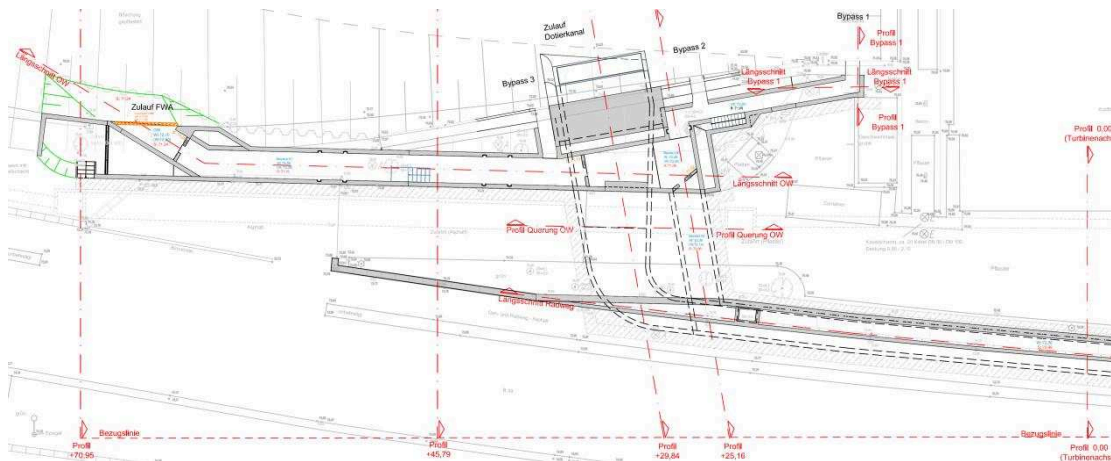
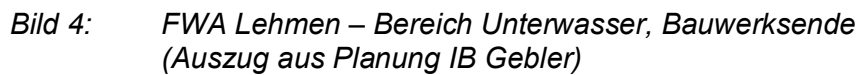
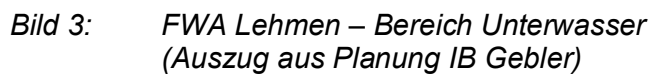


Bild 2: FWA Lehmen – Bereich Oberwasser
(Auszug aus Planung IB Gebler)



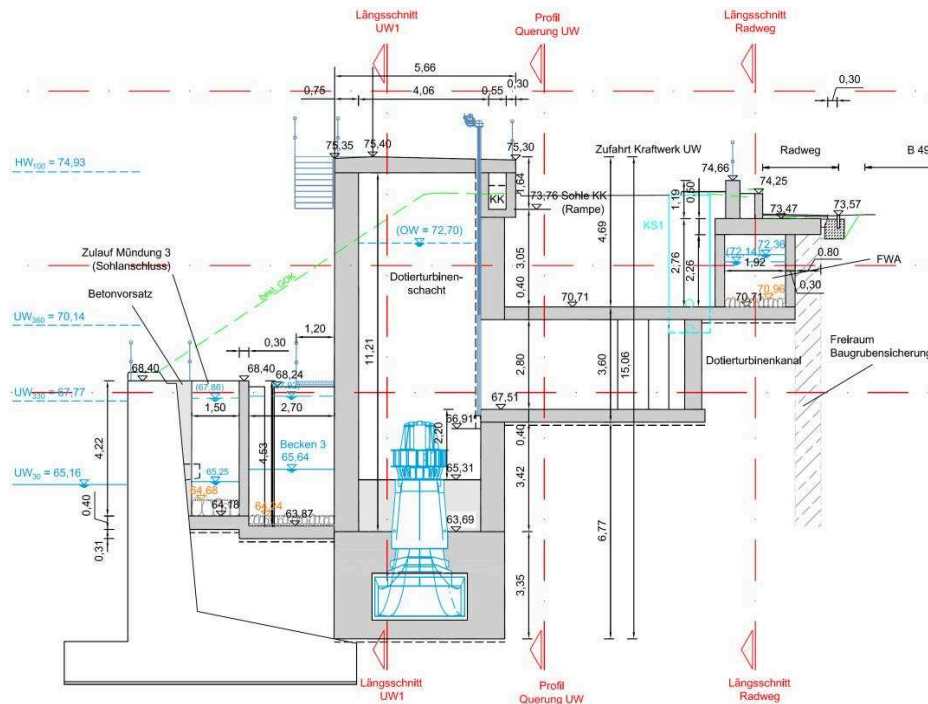


Bild 5: FWA Lehmen – Querschnitt Profil -37,45 m
(Auszug aus Planung IB Gebler)

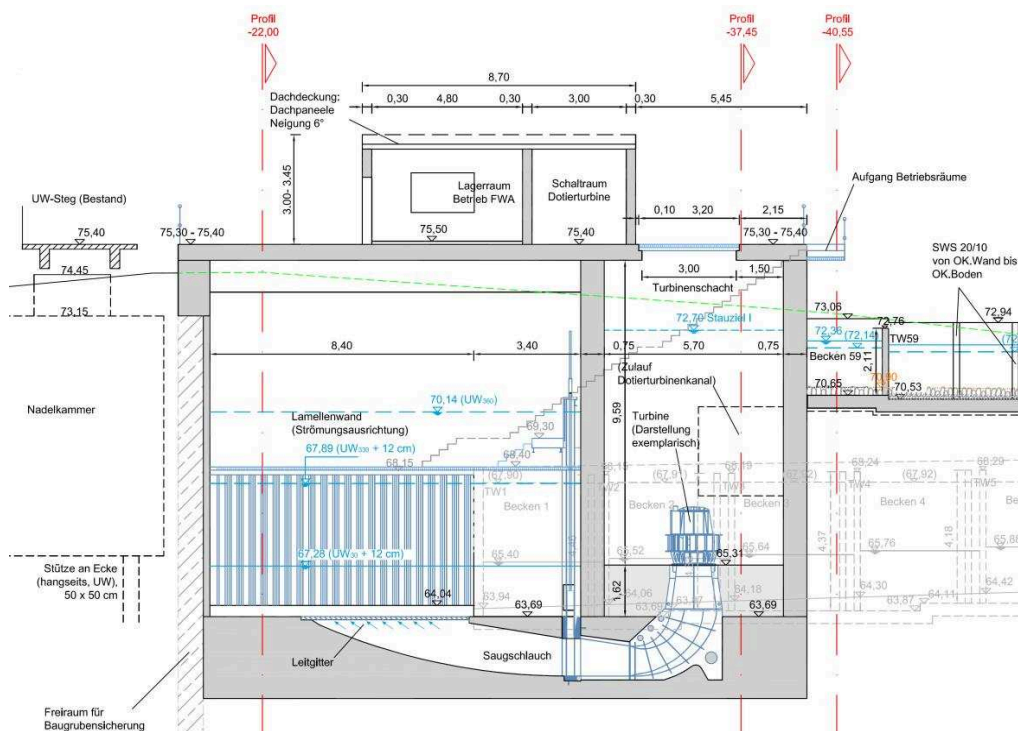


Bild 6: FWA Lehmen – Längsschnitt UW1
(Auszug aus Planung IB Gebler)

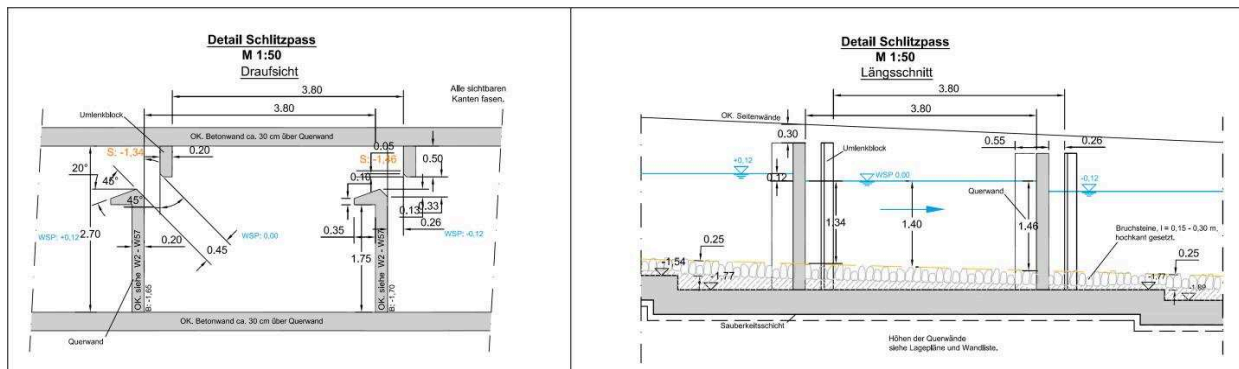


Bild 7: FWA Lehmen – Detail Schlitzpass (Auszug aus Planung IB Gebler)

1.3 Besonderheiten Lehmen

Die Fischwechsellanlage in Lehmen macht keine Ausnahme hinsichtlich der zu erwartenden Probleme bei der Errichtung einer solchen Anlage an einem bestehenden Kraftwerk.

Zu den bereits oben genannten Problempunkten sind an der Staustufe Lehmen folgende Besonderheiten zusätzlich bei der Planung zu berücksichtigen:

- In Lehmen liegen sehr beengte Platzverhältnisse vor, da das Baufeld durch die Mosel und die Bundesstraße mit Radweg begrenzt ist. Weder Bundesstraße noch Radweg dürfen gesperrt werden. Lediglich die Reduzierung auf eine Fahrspur (Ampelbetrieb) darf temporär, aber nicht während der gesamten Baumaßnahme, durchgeführt werden.
- Die neue Baugrube bzw. der Baugrubenverbau muss gleichzeitig auch als Böschungsstabilisierung dienen, da die vorhandene Böschung augenscheinlich nicht ausreichend standsicher ist. Die Böschung und auch Teilbereiche der Bundesstraße zeigen Anzeichen eines Böschungsbruchs (größere Absackungen).
- Das Baufeld liegt zum Teil in der ehemaligen Baugrube des Kraftwerks. Die damalige Auffüllung beinhaltet große Findlinge was das Einbringen von Spundwänden durch Rammen oder Vibrieren unter Umständen unmöglich macht.
- Die Auffüllung weist eine sehr hohe Durchlässigkeit von bis zu $k_f = 10^{-1}$ m/s auf.
- Auf der anderen Straßenseite steigt der Hang an, so dass hier mit Hangwasser gerechnet werden muss. Eine Quantifizierung des zu erwartenden Wasserandrangs war bislang nicht möglich.
- Die Zugänglichkeit des Kraftwerks muss zu jeder Zeit sichergestellt werden, da das Kraftwerk auch während der Baumaßnahme voll in Betrieb bleiben soll. Aus diesem Grund wird es eine Aufteilung der Baugrube in die Bereiche Unterwasser, Kraftwerk und Oberwasser geben, die nacheinander gebaut werden, so dass den Anforderungen des Kraftwerksbetreibers entsprochen werden kann.

- Die übliche Auslegung der Baugrube bezüglich des Hochwasserschutzes (ca. HQ_{10} bis HQ_{20}) würde im vorliegenden Fall zu sehr hohen Baukosten führen. Aus diesem Grund wurden hier in Absprache mit dem Auftraggeber relativ niedrige Bemessungswasserstände für die Bauzeit festgelegt (ca. HQ_1 , teilweise sogar darunter), die in Kauf nehmen, dass unter Umständen das Baufeld überflutet wird. Um die Folgeschäden einer Überflutung gering zu halten, sind Bergungsmöglichkeiten für die Baugeräte aus der Baugrube vorgesehen. Zudem wurden – soweit möglich – Bauverfahren gewählt, die gegen Überflutung unempfindlich sind (z.B. Fertigteile in Teilbereichen).
Dementsprechend wurde die Gesamtmaßnahme in drei Bauabschnitte aufgeteilt, die hinsichtlich der Hochwasserproblematik unterschiedlich behandelt werden (siehe Abschnitt 2). Insbesondere der erste Bauabschnitt im Unterwasserbereich wird hinsichtlich des Schutzniveaus während der Baumaßnahme differenzierter betrachtet und zusätzlich in zwei Bereiche unterteilt:
 - Bereich 1 mit aufwändiger Baugrube (große Tiefe) und Stahlbetonarbeiten und hochwertiger Technikausstattung (Dotierturbine) wird für ein höheres Hochwasser ($HQ_1 = 70,4$ müNN) ausgelegt.
 - Bereich 2 wird mit einer geringeren bauzeitlichen Hochwassersicherung (UW_{330} zzgl. Freibord = $68,00$ müNN) ausgeführt, weil an dieser Stelle die Folgen einer Überflutung geringer sind. Die möglichen Folgen einer Überflutung lassen sich durch entsprechende Bauverfahren minimieren.
- Die Zugänglichkeit des Baufelds ist bei dem vorliegenden Bauvorhaben sehr wichtig, da große Mengen an Erde und Baustoffen im Bereich einer steilen Böschung bewegt werden müssen. Hierfür ist schweres Gerät notwendig und die Straße darf höchstens für sehr kurze Zeit voll gesperrt werden (z.B. Vollsperrung durch Ampel, um einen Tieflader von der Straße durch die Baustelleneinfahrt auf die Baustelle zu bringen).
Die Alternative, den Baustellenverkehr vollständig auf das Wasser zu verlegen, ist wirtschaftlich nicht vertretbar. Erschwerend kommt hinzu, dass in großen Abschnitten eine ausreichende Wassertiefe hierfür nicht gegeben ist.

2 Bauablauf

Wie schon unter Punkt „1.3 Besonderheiten Lehen“ erwähnt, muss über die gesamte Bauzeit die Zugänglichkeit des Kraftwerkes erhalten bleiben. Darum müssen drei Bauabschnitte definiert werden. Im Bauabschnitt 1 wird der Unterwasserbereich der Fischtreppe gebaut und das Kraftwerk ist vom Oberwasserbereich über die Straße erreichbar. Im nächsten Abschnitt wird der mittlere Bereich gebaut und der Zugang zum Kraftwerk wird von oberwasserseitig auf unterwasserseitig verlegt. Im dritten Bauabschnitt wird der Oberwasserbereich der Fischtreppe gebaut und die Zugänglichkeit des Kraftwerkes wird über die Straße vom Unterwasser aus gesichert.

2.1 Bauabschnitt 1 - Unterwasser

Ein erstes Hindernis bei der Ausführung sind die sehr engen Platzverhältnisse die über ca. 2/3 des Abschnittes herrschen.

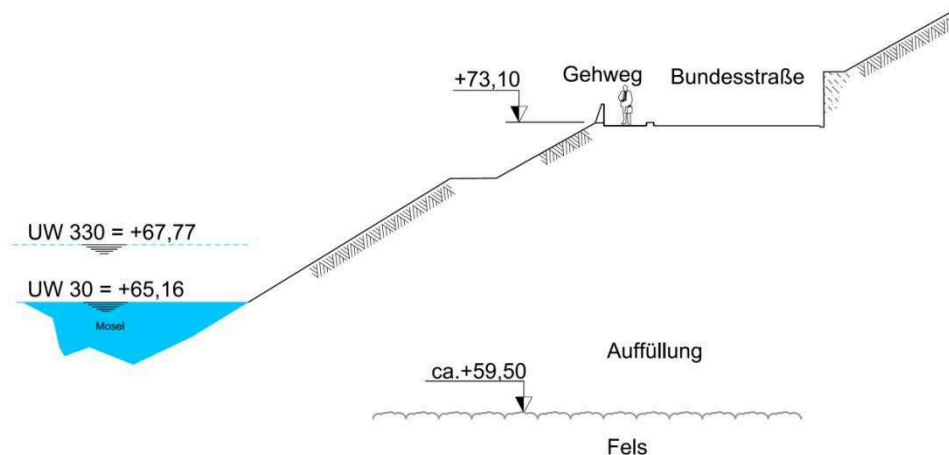


Bild 8: FWA Lehmen – Profil durch den Bestand im Unterwasser (Bauabschnitt 1)

Dabei sollen der Fuß- und Radweg und die Straße nicht voll gesperrt werden. Zeitlich begrenzte Einschränkungen des Verkehrs, wie zum Beispiel einspuriger Verkehr über 200 bis 300 m über Ampeln geregelt, sind aber nicht zu vermeiden.

Als erstes wird eine Bohrpfehlwand als Baugrubensicherung entlang der Straße ausgeführt. Dadurch soll die Straße gesichert werden und die Möglichkeit geschaffen werden, weitere Arbeitsflächen in der Böschung herzustellen, um das Baufeld von der Straße fern zu halten.

Nachdem die Sicherung der Straße ausgeführt wurde, wird eine Arbeitsebene ca. 3,50 m unter Straßenniveau hergestellt, die über eine Rampe von der Straße aus angefahren werden kann.

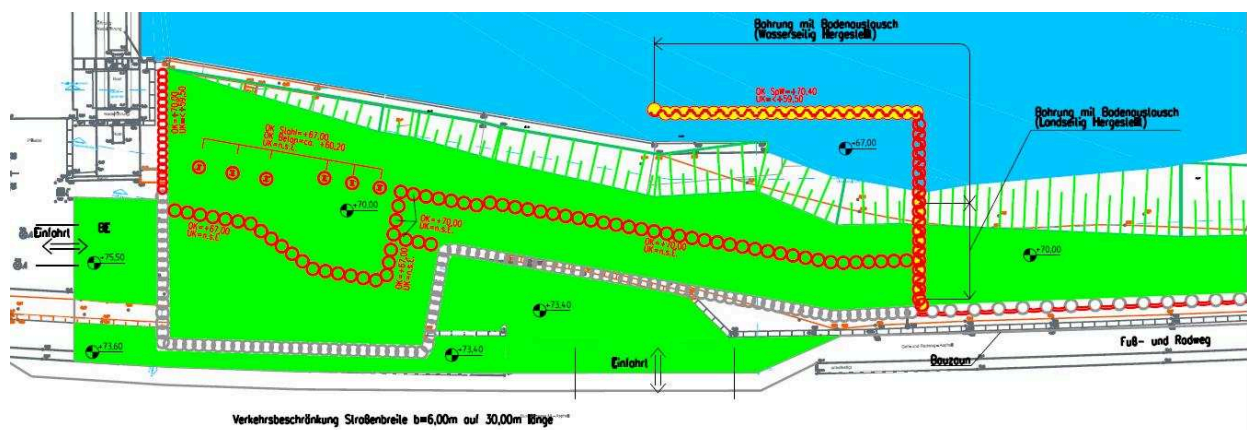


Bild 9: FWA Lehmen – Bauabschnitt 1 – Bereich 1 – Bauphase 2

Von dieser Ebene aus können die weiteren erforderlichen Arbeiten mit schwerem Gerät (Großbohrgerät 50t, Bagger, Frontlader, Planierraupe und LKW) ausgeführt werden.

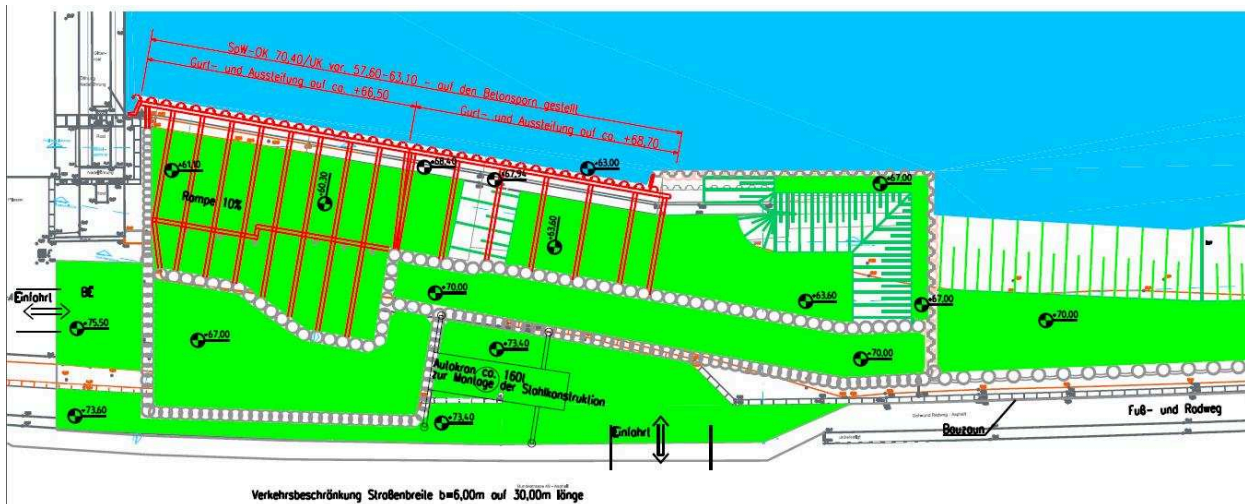


Bild 10: FWA Lehmen – Bauabschnitt 1 – Bereich 1– Bauphase 3

Die UW Baugrube wird in zwei Bereiche eingeteilt:

- der kraftwerksseitige Bereich in dem Bauwerke bis ca. 13 m tief unter der Oberfläche ausgeführt werden müssen und
- der unterwasserseitige Bereich in dem sich die Fischaufstiegsrinne befindet, die relativ oberflächennah gegründet ist.

Im kraftwerksseitigen Bereich, in dem die Bauwerke bis tief unter die Geländeoberfläche reichen, werden die Baugrubenwände als überschnittene Bohrpfehlwand bis in den Fels geführt um das Eindringen des Grundwassers zu vermeiden. Der Aushub und die Ausführung des Bauwerkes in Ortbeton können somit im Trockenen erfolgen.

Die Oberkante soll dem 1-jährigen Hochwasser standhalten. Wegen der relativ stark schwankenden Wasserstände im Unterwasser ergäben sich sonst deutlich höhere Baugrubenwände mit entsprechend zusätzlichen Steifenlagen. Diese relativ niedrige Absicherung führt zu einer wirtschaftlichen Lösung, weil keine schweren Baugeräte in der Baugrube eingesetzt werden müssen und weil die Massivbauarbeiten in kleinen Abschnitten ausgeführt werden, so dass keine großen Schäden bei einer Überflutung zu befürchten sind.

Der zweite Bereich, der sich unterwasserseitig vom ersten befindet, dient in diesen Bauphasen ausschließlich zur Andienung und als Zwischenlagerfläche.

Nachdem im Bereich 1 die Konstruktion bis auf die Montage der Ausrüstung ausgeführt und durch provisorische Schotte gegenüber Überflutung abgesichert wurden, wird der Bereich 2 ausgeführt.

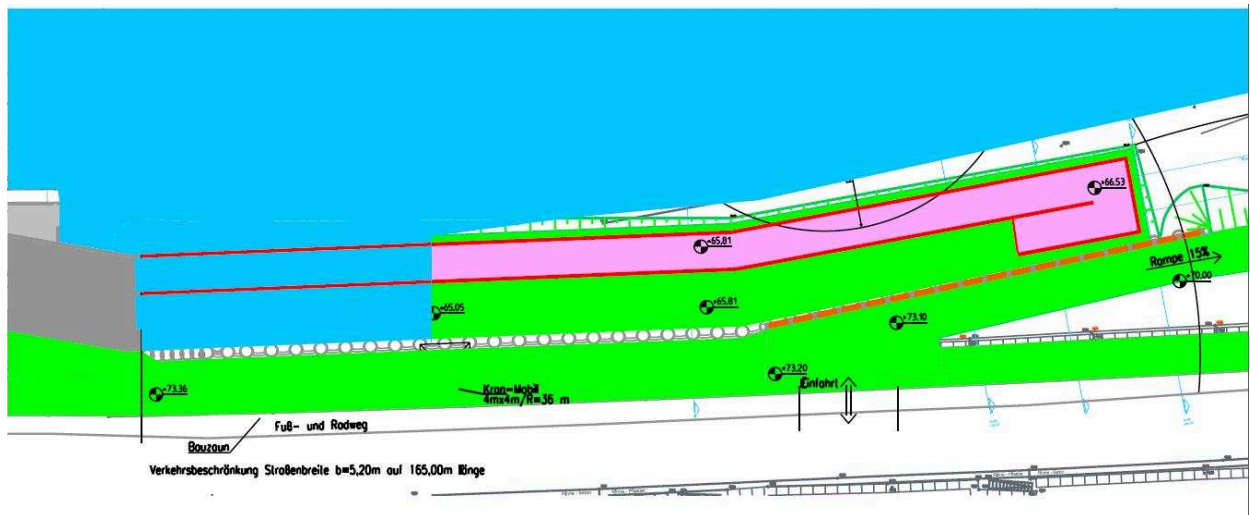


Bild 11: FWA Lehmen – Bauabschnitt 1 – Bereich 2

Dabei wird eine Ebene erstellt, die der Gründung des flussseitigen Teils der Fischtreppe dient. Diese Ebene befindet sich bis maximal 0,75 m unter dem Hydrostau und kann bei Niedrigwasser mit Planierdrauben ohne Trockenlegung noch ausgeführt werden.

Auf diese Ebene soll der flussseitige Kanal der Fischtreppe montiert werden. Die Bauteile sollen als ca. 50 t schwere Fertigteile (d.h. ca. 6 m Länge) über den Wasserweg angeliefert und mittels Schwimmkran in dem ca. 75 cm tiefen Wasser montiert werden. Eine dichte Baugrube ist nicht erforderlich. Danach soll der Raum zwischen dem Kanal und der landseitigen Baugrubenwand zugeschüttet werden, um eine Arbeitsebene für die nächsten Bautätigkeiten zu schaffen (siehe Bild 12).

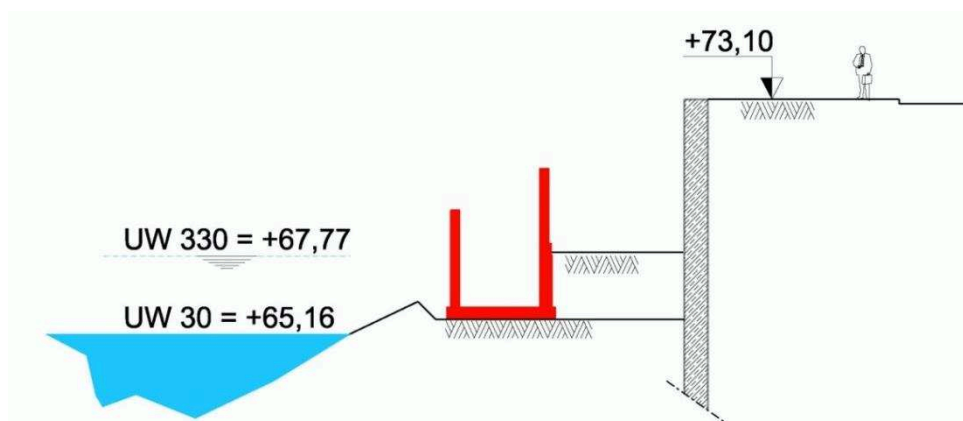


Bild 12: FWA Lehmen – Bauabschnitt 1 – Bereich 2 – Bauphase 4 – Schnitt

Da eine dichte Baugrube nicht erforderlich ist, wurde hier eine aufgelöste Bohrpfehlwand mit Spritzbetonausfachung geplant.

In dieser Bauphase gibt es keinen Hochwasserschutz. Die Arbeiten sollen bei Niedrigwasser, in den Sommermonaten, ausgeführt werden. Sollte in dieser Zeit ein Hochwasserereignis stattfinden, können die Geräte problemlos aus dem vom Hochwasser bedrohten Bereich in Sicherheit gebracht werden.

Als nächstes wird der landseitige Kanal der Fischtreppe im Bereich 2 in Ortbeton ausgeführt (siehe Bild 13).

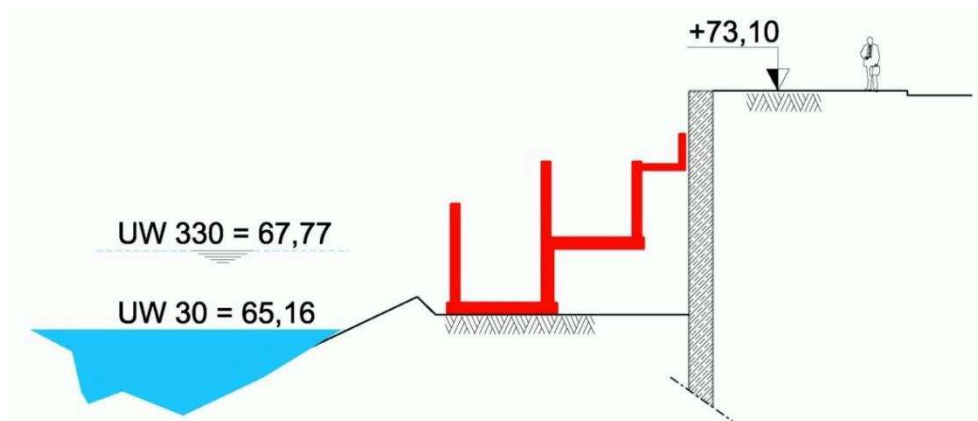


Bild 13: FWA Lehmen – Bauabschnitt 1 – Bereich 2 – Bauphase 5 – Schnitt

Die zwei – sich im Unterwasser des Wehres befindenden – Bereiche der Fischtreppe werden miteinander verbunden. Nach Durchführung der Restarbeiten werden die Bautätigkeiten in den mittleren Bauabschnitt parallel zum Kraftwerk verlagert.

2.2 Bauabschnitt 2 - Mitte

Im Bauabschnitt 2 wird der mittlere Bereich, ungefähr in der Höhe des Kraftwerkes, hergestellt.

Die Baugrube besteht aus überschnittenen Bohrpfehlwänden und einer dichten Unterwasserbetonsohle. Wegen der geringen Einbindetiefe der Konstruktion und der erst in größerer Tiefe anstehenden dichten Schicht ist in diesem Fall diese Lösung wirtschaftlicher als eine Einbindung der Bohrpfähle in den Fels.

Während der Ausführung des Bauabschnittes 2 wird auch die Zufahrt zum Kraftwerk von oberwasserseitig auf unterwasserseitig umgelegt.

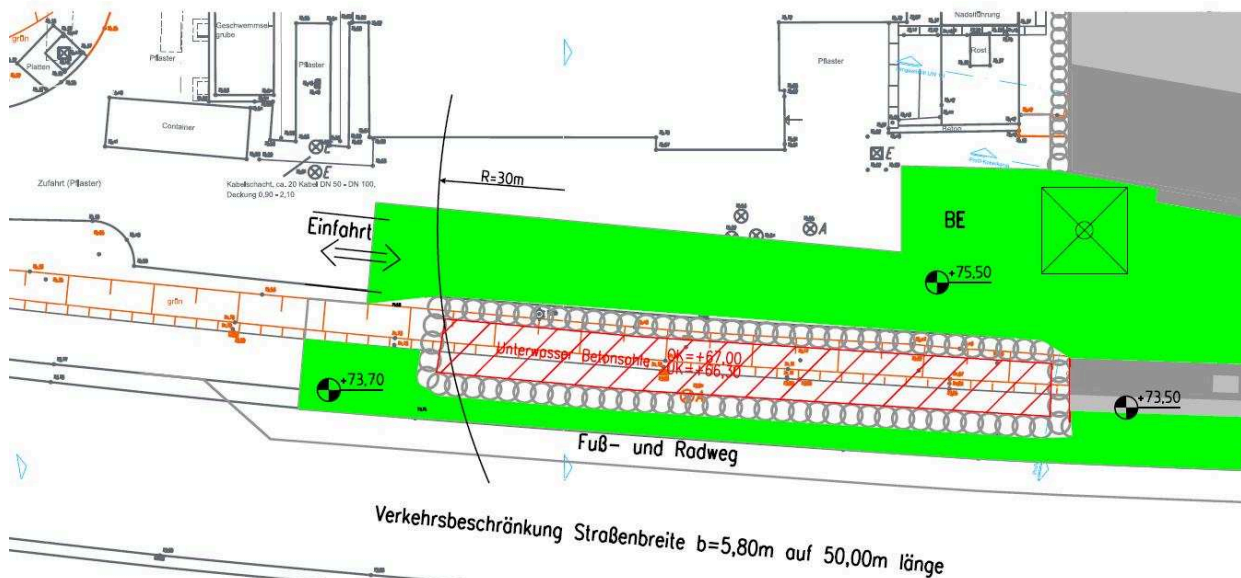


Bild 14: FWA Leimen – Bauabschnitt 2 – Bauphase 7

2.3 Bauabschnitt 3 Oberwasser

Beim Bauabschnitt 3 sind die Platzverhältnisse entspannter als bei den Bauabschnitten 1 und 2 und der Untergrund besteht nicht aus Auffüllung sondern aus natürlich gewachsenem Boden (Kies). Der Felshorizont befindet sich in ca. 14 m Tiefe unter der Oberfläche. Das Grundwasser reicht bis knapp unter die Oberfläche.

Der Bauabschnitt Oberwasser wird in mehrere Bereiche unterteilt, die unterschiedliche Lösungen für die Baugrube erfordern.

Der Bereich, in dem die Einbindetiefe des Bauwerkes groß ist, soll in einer trockenen Baugrube errichtet werden. Diese Wände sollen aus überschnittenen Bohrpfählen, die in den Fels eingebunden sind, bestehen.

Der Bereich, in dem nur geringere Aushubtiefen erforderlich sind, soll mittels Spundwänden und Unterwasserbetonsohlen ausgeführt werden.

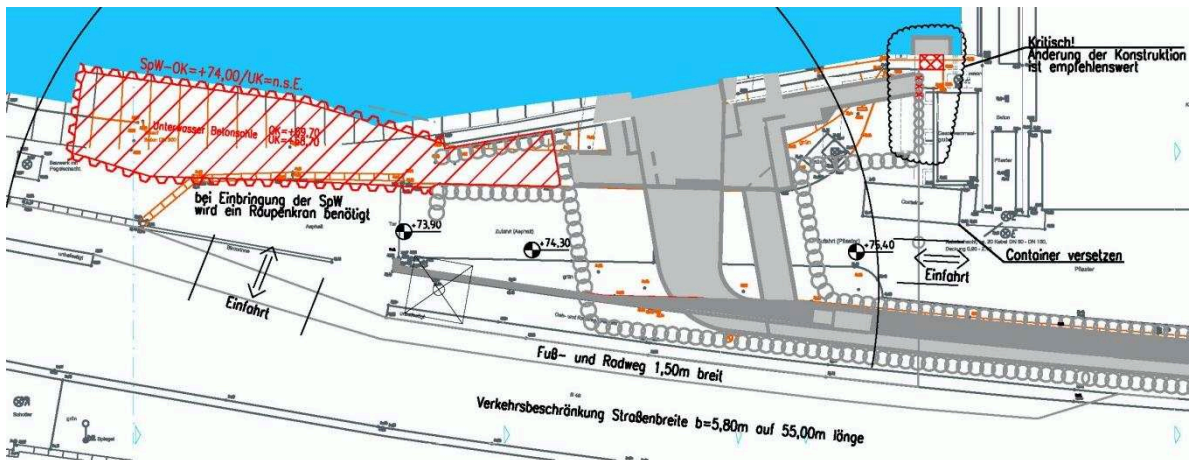


Bild 15: FWA Lehmen – Bauabschnitt 3 – Bauphase 8

3 Zusammenfassung

Die Nachrüstung vorhandener Stauhaltungen mit zeitgemäßen Fischaufstiegsanlagen ist oft aufwändig und teuer. Einige der Hauptursachen sind die komplexen Baugruben und die durch enge Platzverhältnisse erschwerten Baubedingungen. Mit dem vorliegenden Beitrag wurden Möglichkeiten aufgezeigt, wie unter extremen Randbedingungen Kostenreduzierungen in begrenztem Umfang erreicht werden können.

Die Optimierung der Baugruben und der Bauabläufe hat aber nur ein begrenztes Einsparpotenzial, da die Randbedingungen wenig Handlungsspielraum lassen.

An dieser Stelle bedanken sich die Verfasser für das in sie gesetzte Vertrauen und die äußerst gute und konstruktive Zusammenarbeit mit der SGD Nord, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz Koblenz. Außerdem gilt unser Dank der BAW Karlsruhe und dem mit der Objektplanung beauftragten Ingenieurbüro Dr.-Ing. Gebler für die kollegiale Zusammenarbeit und gegenseitige Unterstützung.

Literatur

Dr.-Ing. Gebler, R.-J.; Plum, H. (2013): Planfeststellung zur Fischwechsellanlage an der Moselstaustufe Lehmen: Erläuterungsbericht